

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-166278

(43)Date of publication of application : 27.06.1995

(51)Int.Cl.

C22C 9/02  
B30B 11/02  
C10M103/04  
C22C 1/04  
F16C 33/12  
F16H 53/02  
// C10N 10:02  
C10N 10:08  
C10N 10:12  
C10N 30:06  
C10N 40:02  
C10N 50:08

(21)Application number : 05-342857

(71)Applicant : TOKAI CARBON CO LTD

(22)Date of filing : 15.12.1993

(72)Inventor : HARA YOSHIYUKI  
FUJIMORI TOYOMI

## (54) COPPERY SLIDING MATERIAL AND PRODUCTION THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a coppery sliding material having excellent sliding characteristic; and wear resistance in all sliding speed regions and always stably usable under wet conditions.

CONSTITUTION: In a wet sliding material prepared by joining a copper alloy powder as raw material to a base plate by a powder metallurgical sintering method, the sintered copper alloy has a composition containing, by weight, 4-12% Sn or 4-12% Sn and 0.1-10% Pb and 0.5-5% Mo or 0.5-15% Fe-Mo as essential components and having the balance Cu with inevitable impurities. It is preferable to contain, as optional components, 1-5% Ni or/and 1-6% Zn. This sliding material can be produced by weighing coppery alloy raw material powders of required composition, mixing them uniformly, compacting the resulting powder mixture, and then subjecting to powder metallurgical sintering in a semi-liquid phase state at a temp. in the ( $\alpha$ +L) temp. range of a Cu-Sn binary system phase equilibrium diagram.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.11.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-166278

(43) 公開日 平成7年(1995)6月27日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 9/02				
B 3 0 B 11/02	A	8824-4E		
C 1 0 M 103/04		9159-4H		
C 2 2 C 1/04	A			
F 1 6 C 33/12	B	6814-3J		
審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 11 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願平5-342857	(71) 出願人	000219576 東海カーボン株式会社 東京都港区北青山1丁目2番3号
(22) 出願日	平成5年(1993)12月15日	(72) 発明者	原 義之 神奈川県茅ヶ崎市今宿749-33
		(72) 発明者	藤森 豊美 神奈川県平塚市四之宮28
		(74) 代理人	弁理士 高畑 正也

(54) 【発明の名称】 銅系摺動材とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 あらゆる摺速領域において優れた摺動特性と耐摩耗性を発揮し、常に安定して湿式条件下で使用し得る銅系摺動材とその製造方法を提供する。

【構成】 基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により接合してなる湿式摺動材において、焼結銅合金の組成が、S n 4~12重量%、またはこれとP b 0.1~10重量%、M o 0.5~5重量%またはF e -M o 0.5~15重量%を必須成分とし、残部がC uと不可避不純物からなる。任意成分として、N i 1~5重量%または／およびZ n 1~6重量%を含むことが好ましい。製造方法は、必要成分の銅系合金原料粉末を秤量して均一混合し、ついで圧粉成形したのちC u -S nの二元系相平衡状態図「 $\alpha$ +L」の温度範囲内で半液相状態により粉末冶金焼結を施す。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により接合してなる湿式摺動材において、焼結銅合金の組成が、Sn 4～12 重量%および Mo 0.5～5 重量%を必須成分として含有し、残部が Cu および不可避不純物からなることを特徴とする銅系摺動材。

【請求項 2】 基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により接合してなる湿式摺動材において、焼結銅合金の組成が、Sn 4～12 重量%、Pb 0.1～1.0 重量%および Mo 0.5～5 重量%を必須成分として含有し、残部が Cu および不可避不純物からなることを特徴とする銅系摺動材。

【請求項 3】 基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により接合してなる湿式摺動材において、焼結銅合金の組成が、Sn 4～12 重量%および Fe-Mo 0.5～1.5 重量%を必須成分として含有し、残部が Cu および不可避不純物からなることを特徴とする銅系摺動材。

【請求項 4】 基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により接合してなる湿式摺動材において、焼結銅合金の組成が、Sn 4～12 重量%、Pb 0.1～1.0 重量%および Fe-Mo 0.5～1.5 重量%を必須成分として含有し、残部が Cu および不可避不純物からなることを特徴とする銅系摺動材。

【請求項 5】 焼結銅合金の組成として、Ni 1～5 重量%または／および Zn 1～6 重量%を含有する請求項 1、2、3 又は 4 記載の銅系摺動材。

【請求項 6】 Fe-Mo が、Mo 含有率 55～70 重量%のフェロモリブデン合金である請求項 3 又は 4 記載の銅系摺動材。

【請求項 7】 必要成分の銅系合金原料粉末を秤量して均一に混合し、ついで圧粉成形したのち Cu-Sn の二元系相平衡状態図「 $\alpha+L$ 」の温度範囲内で半液相状態により粉末冶金焼結を施すことを特徴とする銅系摺動材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、機械材料の摺動材、詳しくは例えば油圧部品および油圧プレスのガイドギブライナー等の湿式摺動部材として優れた摩擦特性を発揮する銅系焼結合金系の摺動材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、相対する摺動面間に潤滑油やグリース等の液状物質が介在する状態で使用される湿式および半湿式摺動材料は、軸受け、ガイドプレート、油圧部材などとして多用されている。このうち、油圧部材は装置の高性能化が進むとともに高摺速および高圧化の条件が厳しさを増しており、それに耐える摺動材の開発が要請されている。潤滑油中において低速領域で使用される摺動材に対しては、油切れ現象による摩擦係数の上昇が

なく、機械効率の良好な材料設計が重要な開発上の着眼点となっている。また、プレスのガイドギブライナーについては、プレス的高速化、高精度化に伴い、例えば油圧式の金属板打ち抜き装置のように油圧の負荷状態が大幅に且つ複雑に変動する作動曲線にも対応可能な摺動材が必要になってきている。

【0003】 一般に、湿式摺動材として要求される主要な性能は、低摩擦係数（高摺動特性）、耐摩耗性および高い機械的強度である。ところが、従来の金属系摺動材でこれら性能条件を全て満足するものは開発されていない。すなわち、従来の金属系摺動材は主に鑄造法あるいは粉末冶金法による銅系（青銅系、鉛青銅系、高力黄銅系など）の材料で作製されている。鑄造材料は、用途に応じて青銅系と高力黄銅系の材料が使い分けられているが、前者の青銅系摺動材は摺動特性は良好であるが機械的強度が低く、逆に高力黄銅系摺動材は機械的強度には優れているものの摺動特性に劣る欠点がある。

【0004】 一方、粉末冶金による金属系摺動材としては、鉛青銅（LBC系：Cu-Sn-Pb）、青銅（BC系：Cu-Sn）、その他ケルメット系のものが実用化されている。しかし、これら摺動材は一般に成形工程で圧力を加えずに焼結する方法で製造されるため、焼結後の組織密度が低く、機械的強度が十分でない。

【0005】 粉末冶金法による金属系材料の摺動特性は、Pb 添加量を増加させると改善されることが知られているが、Pb の増量は機械的強度の減退を招き、同時に耐エロージョン（高圧油による耐侵食）特性を悪化させる関係で添加量には限界があり、適切な改善手段とはならない。このほか、Mo<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MoS<sub>2</sub>、黒鉛等の固体潤滑材物質を配合することも知られているが、この方法は前記の Pb 増量以上に機械的強度や耐エロージョン特性の低下を招き、高負荷摺動材としては使用に耐えない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来技術による湿式摺動材には、高速領域から低速領域の摺動範囲において要求性能を満足するものは現在のところ開発されていない。本発明者らは、かかる実情に鑑み粉末冶金による銅系焼結合金の摺動性能を改善するための添加物質について研究を重ねた結果、鉛青銅（LBC系：Cu-Sn-Pb）、青銅（BC系：Cu-Sn）等を母材とする銅合金に高融点の Mo または Fe-Mo（フェロモリブデン）を添加した合金組成は、高度の機械的強度を維持しながら優れた摺動特性、耐摩耗性および耐エロージョン性を発揮することを確認した。

【0007】 本発明は前記の知見に基づいて開発されたもので、その目的は、あらゆる摺速領域において優れた摺動特性と耐摩耗性を発揮し、常に安定して湿式（半湿式を含む）条件下で使用することができる粉末冶金焼結体からなる銅系摺動材とその製造方法を提供することに

ある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明による銅系摺動材は、基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により接合してなる湿式摺動材に

おいて、必須成分としてそれぞれ表1に示す焼結銅合金の組成を備えることを構成上の特徴とするものである。

【0009】

【表1】

組 成	S n	P b	M o	F e-M o	残 部
1	4~12	—	0.5~5	—	C u、不可避不純物
2	4~12	0.1~10	0.5~5	—	C u、不可避不純物
3	4~12	—	—	0.5~15	C u、不可避不純物
4	4~12	0.1~10	—	0.5~15	C u、不可避不純物

【0010】本発明の銅系摺動材は、鉄材からなる芯基板上に銅系合金原料粉末を粉末冶金焼結法により拡散接合して摺動部を形成するもので、基板部分は全体の強度を確保し、摺動部は必要最低限の厚み（摩耗代）として摺動性能を発揮する。

【0011】焼結銅合金を構成する必須成分のうち、S nは焼結時にC uに拡散して焼結を促進して青銅母材を形成する成分で、4~12重量%の範囲で含有する。この含有量が4重量%未満であると焼結性が不十分となって組織の機械的強度が低下するうえ、基板との拡散接合が円滑に進行しなくなる。また、12重量%を越えると偏析が生じて組織が脆弱化し、摺動特性も悪化する。

【0012】鉛青銅を母材とする場合（表1の組成2、4）に添加するP bの含有量は0.1~10重量%の範囲とする。0.1重量%未満であると、C u-S n合金化の促進および潤滑性の改善に効果が認められず、10重量%を越えると焼結時に溶融して湯引けの巣を発生させ、強度低下の原因となる。

【0013】本発明の焼結銅合金は、上記の青銅系または鉛青銅系母材に加えて特定量のM oまたはF e-M o（フェロモリブデン）成分を含有する。これらは本発明の目的を達成するための重要な組成成分となるもので、焼結合金に優れた潤滑機能と油に対する親和性を与えて湿式摺動材に要求される低摩擦係数と高耐摩耗性を付与するための要件となる。M oは表1の組成1、2において0.5~5重量%の範囲で含有する。この含有量が0.5重量%未満では潤滑性付与の機能が発揮できず、5重量%を越えると母材成分(Cu-Sn)との融点の相違から濡れ性が低下して組織強度を低下させる。

【0014】F e-M oは0.5~15重量%の範囲で含有させる。0.5重量%未満では潤滑性能が十分に付与されず、15重量%を越えると摺動する相手材を摩耗させる結果を与える。特に超低速領域において潤滑油の油切れ現象に対して正常な摺動特性を付与するためには、F e-M oの含有量範囲を3~5重量%とすることが好適である。なお、F e-M o成分としては、フェロモリブデン合金であればどのような組成でも適用可能で

あるが、本発明の目的にはM o含有率が55~70重量%のフェロモリブデン合金を適用することが好ましい。

【0015】上記の必須合金成分のほか、任意に含有させる成分としてN iおよびZ nがある。N iは機械的強度や耐摩耗性を付与する機能があるが、1重量%未満では効果が発現せず、5重量%を上廻ると母材の融点が上昇して、その融点以下の温度による芯金基板との拡散接合が不可能となる。また、Z nはS nの安価な代替材料となるもので、6重量%までの範囲で含有させることができる。しかし、この含有量が6重量%を越えるとZ nの蒸発揮散量が多くなって巣の発生が増大し、強度と耐エロージョン性が低下する。

【0016】上記の焼結合金組成を有する銅系摺動材を得るための本発明の製造方法は、必要成分の銅系合金原料粉末を秤量して均一に混合し、ついで圧粉成形したのちC u-S nの二元系相平衡状態図「 $\alpha$ -L」の温度範囲内で半液相状態により粉末冶金焼結を施すことを構成上の特徴とする。

【0017】原料となる銅系合金原料粉末には、C u粉として粒径3~20 $\mu$ mの電解粉、アトマイズ粉、還元粉、スタンプ粉などが、S n粉、P b粉およびZ n粉としては粒度20メッシュ以下のスタンプ粉、アトマイズ粉、ボールミル粉などが、またN i粉としては2~10 $\mu$ mのカーボニル粉、電解粉などが好ましく用いられる。このほか、予め必須成分を含有するC u-S n合金粉末、C u-S n-P b合金粉末のような合金系のアトマイズ粉を用いることも有効である。M o粉およびF e-M o粉は粒度250メッシュ以下のものが用いられるが、F e-M o粉は鉄鋼原料(JIS G2307)のチップを微粉砕した粒径70 $\mu$ m以下（平均粒径30 $\mu$ m）のフェロモリブデン粉末を使用することが望ましい。

【0018】これら銅系合金原料粉末は、焼結後の組成が表1に示す含有量範囲になるように秤量し、機械的混合手段により均一に混合したのち、圧粉成形する。圧粉成形は、混合粉末を金型に充填して0.5~5ton/cm<sup>2</sup>の圧力を加えて成形する方法、あるいは混合粉末を焼結治具に充填して焼結する方法でおこなわれる。

【0019】について、圧粉成形体を基板（芯金材）の片面に重ね、分解アンモニアガス（ $H_2$ ,  $N_2$ ）や石油系変成ガス（ $N_2$ ,  $H_2$ ,  $CO$ ）などの還元性雰囲気下で $10\text{kg/cm}^2$ までの圧力を付加しながら粉末冶金焼結をおこなって接合する。この際の焼結処理は、 $Cu-Sn$ の二元系相平衡状態図における「 $\alpha+L$ 」の温度範囲内でおこなうことが重要で、このようにして半液相状態で焼結処理することにより組織の機械的強度が向上するとともに、耐エロージョン性が改善されて油圧部材のような高圧の苛酷条件下の使用に対する耐久性が著しく増大する。得られた摺動材は、所定の加工を施して製品とする。

#### 【0020】

【作用】本発明に係る銅系摺動材は、青銅または鉛青銅を母材とする特定の銅合金系に限定範囲量の $Mo$ または $Fe-Mo$ 成分が均質分散した組成に特徴づけられる。これら $Mo$ または $Fe-Mo$ 成分は、潤滑性を高めると同時に油との親和性を改善する作用を営み、かつ従来潤滑材として使用されている $Mo$ の酸化物や硫化物のように組織強度を損ねることはない。したがって、潤滑油の油皮膜が生成しにくい超低速領域から高圧の高速領域に至るあらゆる苛酷な湿式摺動条件において優れた摺動性能と耐摩耗性能が発揮される。更に、低速領域において油切れ現象が発生した場合にも、潤滑作用が機能して摩擦係数が増大することがなくなる。

【0021】また、本発明による銅系摺動材の製造方法に従えば、焼結処理を $Cu-Sn$ の平衡状態「 $\alpha+L$ 」内の半液相でおこなうことにより、機械的強度が向上し、耐エロージョン性に優れた焼結組織を得ることが可能となる。

#### 【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と対比して具体的に説明する。

#### 【0023】実施例 1～18

必須成分となる $Cu$ 粉末に電解銅粉（平均粒径 $15\mu\text{m}$ ）、 $Sn$ 粉にスタンプ粉（粒度 $200\#$ 以下）、 $Pb$ 粉にスタンプ粉（粒度 $200\#$ 以下）、 $Fe-Mo$ 粉にフェロモリブデンのスタンプ粉（ $Mo$ 含有率 $70\text{重量}\%$ 、粒度 $350\#$ 以下）、 $Mo$ 粉に微粉末（粒度 $240\#$ 以下）を用い、任意成分となる $Zn$ 粉にはスタンプ粉（粒度 $200\#$ 以下）、 $Ni$ 粉には電解粉（平均粒径 $15\mu\text{m}$ ）を用いた。これら銅系合金原料粉末を表 2 に示す秤量成分の比率で V 型混合機〔（株）徳寿製、容量 $10\text{L}$ 〕に投入し、 $30$ 分間乾式混合して均質な混合粉末を得た。

【0024】各混合粉末をリング状金型（外径 $120\text{mm}$ 、内径 $80\text{mm}$ ）に充填し、 $2\text{トン/cm}^2$ の圧力を加えて厚さ $1.5\text{mm}$ の円板状に圧粉成形した。ついで、圧粉成形体を銅メッキを施した鉄基板（厚さ $5\text{mm}$ ）の片面に重ねてセットし、 $3\text{kg/cm}^2$ の圧力を付与しながら分解アンモニア雰囲気下に $Cu-Sn$ の二元系相平衡状態「 $\alpha+L$ 」範囲内で焼結温度（表 2）を変えて焼結処理した。得ら

れた焼結銅合金の組成を表 3 に示した。

【0025】上記の素材を旋盤加工および研磨加工して湿式摺動材を作製し、摩擦特性試験およびエロージョン試験をおこなった。その結果を表 4 および表 5 に示した。なお、各特性は以下の測定方法によった。

#### 【0026】摩擦特性

下記の摺動試験条件により摺動特性と摺動材および相手材の摩耗状態（摩耗厚： $\mu\text{m}$ ）を測定した。

試験機：JIS 定速型摩擦試験機（JIS D4311）

摺動板：摩擦面積 $9.14\text{cm}^2$ 、有効半径 $97\text{mm}$ を 1 枚  
相手材：FCD45 を 1 枚

試験条件：摺動面：1 面、面圧： $40\text{kg/cm}^2$ 、摺速：

$0.03\text{m/sec}$ （超低速時）、 $0.3\text{m/sec}$ 、 $0.6\text{m/sec}$  の 3 段階、潤滑油：油圧作動油（出光ダブニ LW#46）、油温： $60^\circ\text{C}$ 、油量： $0.6\text{l/min}$ 、摺動距離： $2500\text{m}$ （ $0.03\text{m/sec}$  時）、 $25000\text{m}$ （ $0.3\text{m/sec}$  および  $0.6\text{m/sec}$  時）

#### 【0027】エロージョン試験

主に油圧部品（ピストンポンプ等）に使用される際には、高圧、低圧の切り換えが瞬時におこなわれるため、油の流れがジェット噴流となって材料を侵食（エロージョン）する。このため、評価方法として、超音波発振機の発振ホーン先端に試料を付け、水中で発振させて試料片にエロージョン減耗を生じさせ、その減耗厚さを測定した。試験条件は下記によった。

試料片：外径 $18\text{mm}$ 、厚さ $10\text{mm}$ （ライニング厚み $1.0\text{mm}$ ）

試験機：超音波試験機〔日本精機製作所製、VS600〕

試験条件：発振周波数： $20\text{kHz}$ 、振幅： $\pm 37\mu$ 、試験流体：水道水、水温： $50^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$ 、テスト時間： $2$ 時間（1 時間毎に重量減を測定し、2 時間分を累計）

#### 【0028】実施例 19

銅系合金粉末として、 $Cu-Sn$  合金粉末（アトマイズ粉）、 $Cu$  粉（電解銅粉）、 $Sn$  粉（スタンプ粉、 $200\#$ 以下）、 $Pb$  粉（スタンプ粉、 $200\#$ 以下）、 $Ni$  粉（カーボニル粉）、 $Fe-Mo$  粉（ $Mo$ 含有率 $70\text{重量}\%$ のフェロモリブデンスタンプ粉、 $350\#$ 以下）を用い、表 2 に示す秤量成分の比率に配合した。その後の工程は全て実施例 1 と同一条件により湿式摺動材を作製した。得られた摺動材の焼結銅合金組成を表 3 に、また実施例 1 と同様にして摩擦特性およびエロージョン特性を測定した結果を表 4 および表 5 に併載した。

#### 【0029】実施例 20

銅系合金粉末として、 $Cu-Sn-Pb$  合金粉末（アトマイズ粉）、 $Ni$  粉（カーボニル粉）、 $Fe-Mo$  粉（ $Mo$ 含有率 $70\text{重量}\%$ のフェロモリブデンスタンプ粉、 $350\#$ 以下）を用い、表 2 に示す秤量成分の比率に配合した。その後の工程は全て実施例 1 と同一条件により湿式摺動材を作製した。得られた摺動材の焼結銅合金組成を

表 3 に、また実施例 1 と同様にして摩擦特性およびエロージョン特性を測定した結果を表 4 および表 5 に併載した。

【0030】実施例 21

実施例 1 の必須成分組成のうち、Fe-Mo 粉を Mo 含有率が 55 重量%のフェロモリブデンに代えて、表 2 に示す秤量成分の比率に配合した。その後の工程は全て実

施例 1 と同一条件により湿式摺動材を作製した。得られた摺動材の焼結銅合金組成を表 3 に、また実施例 1 と同様にして摩擦特性およびエロージョン特性を測定した結果を、表 4 および表 5 に併載した。

【0031】

【表 2】

例No.	焼結温度 (℃)	秤量成分 (重量%)						
		Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	Mo	Fe-Mo
実施例 1	870	残	11	6	—	—	—	0.5
" 2	870	残	11	6	—	1	—	0.5
" 3	870	残	11	6	—	1	—	1
" 4	870	残	11	6	—	1	—	2
" 5	870	残	11	6	—	1	—	3
" 6	880	残	11	6	—	1	—	5
" 7	900	残	11	6	—	1	—	10
" 8	920	残	11	6	—	1	—	15
" 9	830	残	11	12	—	1	—	3
" 10	830	残	11	12	—	1	—	1
" 11	850	残	6	6	6	1	—	3
" 12	870	残	11	6	—	1	2	—
" 13	900	残	11	—	—	1	—	3
" 14	790	残	10.5	6.5	—	—	—	3
" 15	900	残	11	—	—	1	—	0.5
" 16	950	残	11	—	—	1	—	10
" 17	880	残	11	6	—	3	—	3
" 18	880	残	11	6	—	5	—	3
" 19	870	残	11	6	—	1	—	3
" 20	870	残	11	6	—	1	—	3
" 21	880	残	11	6	—	1	—	5

【0032】

【表 3】

例No.	焼結銅合金組成 (重量%)						
	Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	Mo	Fe-Mo
実施例 1	残	8.89	4.89	—	—	—	0.53
" 2	残	8.98	4.93	—	1.03	—	0.51
" 3	残	9.01	5.04	—	1.01	—	1.12
" 4	残	8.98	5.12	—	1.11	—	1.98
" 5	残	9.13	5.07	—	1.07	—	3.23
" 6	残	9.08	5.03	—	1.05	—	5.14
" 7	残	9.01	4.99	—	1.01	—	10.18
" 8	残	9.03	5.37	—	1.08	—	15.23
" 9	残	10.18	9.93	—	1.25	—	3.32
" 10	残	9.86	9.87	—	1.12	—	1.08
" 11	残	4.92	4.87	4.82	1.08	—	3.13
" 12	残	9.01	4.96	—	1.10	2.21	
" 13	残	8.98	—	—	1.12	—	3.08
" 14	残	10.18	6.12	—		—	3.03
" 15	残	9.33	—	—	1.13	—	0.52
" 16	残	9.41	—	—	1.10	—	10.24
" 17	残	9.40	4.91	—	3.37	—	3.18
" 18	残	9.52	5.02	—	5.23	—	3.21
" 19	残	9.38	5.27	—	1.18	—	3.08
" 20	残	9.28	5.34	—	1.09	—	3.12
" 21	残	9.06	5.00	—	1.05	—	5.14

【0033】

【表 4】

例No.	摺速0.03m/sec 時 摩擦特性			摺速0.3 m/sec 時 摩擦特性		
	摩擦係数	摺動材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	相手材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	摩擦係数	摺動材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	相手材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )
実施例 1	0.122	45	20	0.110	30	8
" 2	0.122	42	20.5	0.109	28	6
" 3	0.121	33	18	0.097	19	6
" 4	0.116	28	16	0.082	14	5
" 5	0.118	23	14.5	0.087	15	5
" 6	0.114	20	12	0.091	11	5
" 7	0.124	38	20	0.095	5	3
" 8	0.128	47	33	0.101	12	11
" 9	0.110	25	13	0.060	12	5
" 10	0.118	30	15	0.078	16	6
" 11	0.121	53	16	0.088	20	6
" 12	0.114	38	8.5	0.080	50	6
" 13	0.132	50.5	20	0.107	25	10
" 14	0.114	21	12	0.065	8	7
" 15	0.130	73	18	0.118	32	12
" 16	0.133	55	25	0.120	13	8
" 17	0.116	21	13	0.065	12	8
" 18	0.112	18.5	13	0.063	15	8
" 19	0.115	23.5	15	0.069	14	6
" 20	0.114	20.5	15	0.063	15	6
" 21	0.116	22	13	0.092	9	4

【0034】

【表5】



例No.	摺速0.6 m/sec 時 摩擦特性			エロージョン (mg)
	摩擦係数	摺動材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	相手材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	
実施例 1	0.091	18	6.5	200
" 2	0.088	16	5	205
" 3	0.074	16	4	217
" 4	0.064	12	4	220
" 5	0.062	9.5	4	225
" 6	0.060	9	4.5	237
" 7	0.082	5	4	235
" 8	0.090	10	6.5	250
" 9	0.058	8	4	300
" 10	0.068	8	5	280
" 11	0.067	11.5	4	256
" 12	0.062	11.5	4	285
" 13	0.092	15	8	320
" 14	0.060	8.5	4	480
" 15	0.099	12	7	248
" 16	0.105	7.5	6	365
" 17	0.060	8.5	4.5	205
" 18	0.058	7	5.5	185
" 19	0.060	8.5	5	210
" 20	0.061	7.5	5	350
" 21	0.063	6	4	235

【0035】表2～表5から、本発明の要件を満たす実施例の摺動材は摺速の変動に係わりなく優れた低摩擦係数と耐摩耗性能を示し、耐エロージョン性も良好であることが認められる。また、実施例の摺動材はいずれも材質組織が強固で、実用上十分な機械的強度を有するものであった。

#### 【0036】比較例1～12

実施例1と同種の銅系合金原料粉末を原料とし、表6に示す秤量比率で配合した。この混合原料を用い、実施例1と同一のプロセスにより本願発明の要件を外れる焼結銅合金組成の摺動材を作製した。この場合の各焼結銅合金組成は表7のとおりであった。得られた摺動材につき、実施例1と同様に摩擦特性およびエロージョン特性を測定し、その結果を表8および表9に示した。

#### 【0037】比較例13～15

表7に示す組成をもつ市販の青銅系連続鋳造合金につき、実施例1と同様にして摩擦特性およびエロージョン

特性を測定した結果を表8、表9に併載した。

#### 【0038】比較例16

表7に示す組成をもつ市販の鉛青銅(LBC-3)鋳造品につき、実施例1と同様にして摩擦特性およびエロージョン特性を測定した。その結果を表8および表9に併載した。

#### 【0039】比較例17

市販の鉛青銅(LBC-3)にFe-Mo粉(フェロモリブデンスタンプ粉)を5重量%添加して表7に示す組成の銅合金鋳造品を作製した。しかし、Fe-Mo成分が母材と結合せず、合金組織とはならなかった。この材料につき、実施例1と同様にして摩擦特性およびエロージョン特性を測定し、その結果を表8および表9に併載した。

#### 【0040】

#### 【表6】

例No.	焼結温度 (℃)	秤量成分 (重量%)						
		Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	Mo	Fe-Mo
比較例 1	870	残	11	6	—	—	—	—
" 2	870	残	11	6	—	0.5	—	—
" 3	870	残	11	6	—	1	—	—
" 4	870	残	11	6	—	2	—	—
" 5	850	残	11	11	—	1	—	—
" 6	870	残	11	5	—	—	—	—
" 7	950	残	11	6	—	1	—	20
" 8	950	残	11	6	—	1	—	30
" 9	890	残	11	6	—	—	7	—
" 10	870	残	17	—	—	—	—	3
" 11	830	残	11	14	—	1	—	3
" 12	850	残	6	6	9	1	—	3

【0041】

【表 7】

例No.	焼結銅合金組成 (重量%)							
	Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	Mn	Mo	Fe-Mo
比較例 1	残	8.90	4.91	—	—	—	—	—
" 2	残	8.93	4.91	—	0.53	—	—	—
" 3	残	8.91	4.90	—	1.11	—	—	—
" 4	残	9.27	4.96	—	2.23	—	—	—
" 5	残	8.88	9.87	—	1.22	—	—	—
" 6	残	8.94	3.93	—	—	—	—	—
" 7	残	9.16	4.90	—	1.24	—	—	20.48
" 8	残	9.42	4.92	—	1.38	—	—	30.53
" 9	残	9.24	4.87	—	—	—	7.33	—
" 10	残	14.61	—	—	—	—	—	3.13
" 11	残	8.89	11.87	—	1.13	—	—	3.09
" 12	残	4.93	4.82	7.86	1.15	—	—	3.12
" 13	残	10.05	3.13	0.50	—	—	—	—
" 14	残	1.24	—	35.38	—	3.27	2.16	—
" 15	残	4.89	5.52	5.01	—	—	—	—
" 16	残	11.98	10.33	—	1.92	—	—	—
" 17	残	10.11	10.03	—	1.02	—	—	3.58

【0042】

【表 8】

例No.	速度0.03m/sec 時 摩擦特性			速度0.3 m/sec 時 摩擦特性		
	摩擦係数	摺動材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	相手材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	摩擦係数	摺動材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	相手材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )
比較例 1	0.158	480	33	0.149	280	9
" 2	0.150	225	24	0.127	96	8
" 3	0.144	153	20	0.121	72	8
" 4	0.138	112	22	0.125	35	9
" 5	0.126	63	15	0.111	15	5
" 6	0.160	520	42	0.156	300	7
" 7	0.128	0.5 hr	中断	0.101	60	589
" 8	0.126	0.1 hr	中断	0.130	2 hr	中断
" 9	0.119	150	42	0.084	85	11
" 10	0.142	63	12	0.127	40	21
" 11	0.118	112	20	0.080	75	18
" 12	-	-	-	-	-	-
" 13	0.223	0.1 hr	中断	0.200	1100	17
" 14	0.186	0.1 hr	中断	0.148	450	22
" 15	0.177	0.1 hr	中断	0.150	600	6
" 16	0.123	80	17	0.126	40	4
" 17	0.118	96	12	0.079	40	9

【0043】

【表9】

例No.	滑速0.6 m/sec 時 摩擦特性			エロージョン (mg)
	摩擦係数	摺動材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	相手材 摩耗厚 ( $\mu\text{m}$ )	
比較例 1	0.117	75	8.5	290
" 2	0.110	55.5	8	235
" 3	0.109	51	8.5	220
" 4	0.105	30.5	7.5	205
" 5	0.086	27	6.5	305
" 6	0.121	102	10.5	265
" 7	0.092	53	115	415
" 8	0.092	553	150	575
" 9	0.068	29	10	470
" 10	0.111	10	6	390
" 11	0.069	18	6.5	530
" 12	—	—	—	—
" 13	0.156	800	12	100
" 14	0.137	220	18	88
" 15	0.122	200	5	105
" 16	0.092	30	3.5	180
" 17	0.090	20	8	560

【0044】表6～表9から、比較例による摺動材は実施例品に比べて摩擦係数、耐摩耗性および耐エロージョン性のいずれかが劣ることが判明する。なお、比較例7、8の材料はFe-Mo成分が多すぎるため相手材の摩耗が著しく、試験の継続ができなかった。比較例11の摺動材はPb成分が多い関係で、焼結時にPb溶け出しによる組織巣が発生した。また、比較例12では基板と摺動材が剥離したため試験不能であった。

#### 【0045】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば高速から超低速領域において湿式摺動材に要求される低摩擦係数、耐摩耗性および機械的強度を満足する高性能の銅系摺動材を提供することができる。したがって、油圧部材やガイドギブライナーのような用途に適用して、常に安定した耐久性が保証される。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 6 H 53/02

B

// C 1 Q N 10:02

10:08

10:12

30:06

40:02

50:08